
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2012/2013 Academic Session

January 2013

EEE 440 – MODEM COMMUNICATION SYSTEMS
[SISTEM PERHUBUNGAN MODEN]

Masa : 3 jam

Please check that this examination paper consists of **FIFTEEN (15)** pages including Appendices (1 pages) of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA BELAS (15)** muka surat beserta Lampiran **SATU (1)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini]*

Instructions: This question paper consists **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions. All questions carry the same marks.

Arahan: Kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama]

Answer to any question must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru]

“In the event of any discrepancies, the English version shall be used”.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai]

1. (a) (i) Senaraikan dan definisikan 3 kategori utama bagi optic.
List and define three main categories of optics.
- (ii) Terangkan konsep-konsep keterangan cahaya, penyerapan gelombang dan serakan.
Describe the concepts of light intensity, wave absorption and scattering.
- (iii) Dengan bantuan satu gambar skematik, terangkan kesan fotoelektrik untuk mewakili konsep optik kuantum.

With the assistance of a schematic diagram, describe the photoelectric effect to represent the concept of quantum optics.

(30 markah/marks)

- (b) Terangkan, dengan berpandukan rajah-rajah yang sesuai, bagaimana sesuatu cahaya dihasilkan didalam sebuah “**surface-emitting** light emitting diode (LED)”, Kemudian, tunjukkan bagaimana alat ini boleh dimodifikasikan untuk menghasilkan diod laser semikonduktor. Tambahan pula, berikan komen pada sifat-sifat elektrik dan optik untuk sumber cahaya tersebut dan bincangkan mekanisma yang membawa kepada sesuatu lebar-talian sumber.

*Describe, with the aid of relevant diagrams, how light is generated in a **surface-emitting** light emitting diode (LED). Hence show how this device can be modified to produce a semiconductor laser diode. In addition, comment on the electrical and optical characteristics of these light sources and discuss the mechanism that gives rise to a source's linewidth.*

(30 markah/marks)

- (c) Sebuah perhubungan optik menggunakan satu mod, fiber berpindah penyebaran dan membawa data sebanyak 155 Mb/s dengan gelombang operasi sebanyak $1.55 \mu\text{m}$. Ianya didapati bahawa denyutan optik yang terhasil oleh laser tersebut mempunyai masa-menaik sebanyak 1 ns dan lebar-talian laser sebanyak 1 nm. Perhubungan tersebut menggunakan 88 MHz lebar jalur bagi penerima optik dengan kesensitifan sebanyak -36 dBm pada kadar bit perhubungan tersebut. Dapatkan had-had bagi penyebaran dan pelemahan. Nyatakan dengan jelas andaian-andaian yang dibuat. Ciri-ciri perhubungan adalah seperti yang diberikan di bawah:

An optical link uses single-mode, dispersion shifted fiber and carries 155Mb/s data with operating wavelength of $1.55 \mu\text{m}$. It is found that the optical pulses generated by the laser have a rise-time of 1 ns and that the line-width of the laser is 1 nm. The link uses an 88 MHz bandwidth optical receiver with a sensitivity of -36 dBm at the bit-rate of the link. Determine the dispersion and attenuation limits. Clearly state all assumptions that you made. The link characteristics are given below:

Sumber laser:

Laser source:

Kuasa keluaran Output power	5 mW
--------------------------------	------

Kehilangan sumber fiber Source-fiber loss	2 dB
--	------

Lebar-talian Linewidth	1 nm
---------------------------	------

Masa-menaik optic Optical rise-time	1 ns
--	------

Fiber Optik:

Optical fibre:

Penyebaran bahan
Material dispersion -25 ps/nm/km

Penyebaran pandu-gelombang
Waveguide dispersion 10 ps/nm/km

Pelemahan
Attenuation 0.3 dB/km

Kehilangan penyumbat/penyambung
Splice loss/joint 1.5 dB

Panjang
Length 1 km

Penerima:

Receiver:

Lebar-jalur
Bandwidth 88 MHz

Kesensitifan
Sensitivity -36 dBm

Fungsi margin
Operating Margin 5 dB

Kehilangan Fiber-penerima
Fiber-receiver loss 2 dB

(40 markah/marks)

2. (a) Komenkan ke atas variasi pada gelombang bagi pelemahan di dalam fiber optik berdasar silika. Terangkan bagaimana titik kosong pelemahan boleh dipindahkan ke tingkap pelemahan terendah.

Comment on the variation with wavelength of the attenuation in silica cored optical fibre. Describe how the zero dispersion point can be shifted to the lowest attenuation window.

(20 markah/marks)

- (b) Dua pancaran monokromatik telah keluar serentak dari titik rujukan yang sama dan merentas jarak yang sama (d). Pancaran A merentasi jarak (d) melalui udara, dan pancaran B melalui sebahagian udara dan jarak selebihnya melalui satu media dengan indeks biasan sebanyak 1.25. Sekiranya beza tempoh pancaran tersebut tiba ialah 50 ps, kirakan panjang (d_2) untuk medium yang kedua.

Two optical beams are emitted simultaneously from a common reference point and travel the same distance, (d). Beam A travels the distance (d) through the air, and beam B travels part of the way through the air and the rest of the distance through a medium with a refractive index 1.25. If the beam arrival time difference is 50 ps, calculate the length, (d_2) of the second medium.

(40 markah/marks)

- (c) (i) Satu Stesen Bumi Tetap (FES), dengan gandaan satu antena sebanyak 25 dBi, digunakan untuk menghantar keluaran dari sebuah 10 kW penguat kuasa (HPA). Apakah paduan keberkesanan kuasa sinaran isotropik (EIRP) dalam dBW?

A Fixed Earth Station (FES), with an antenna gain of 25 dBi, is used to transmit the output from a 10 kW high power amplifier (HPA). What is the resultant effective isotropic radiated power (EIRP) in dBW?

(10 markah/marks)

- (ii) Jika FES di (i) sedang menghantar ke satelit geostatik yang berjarak 40,000 km, pada satu frekuensi sebanyak 6 GHz, apakah nilai:

If the FES in (i) is transmitting to a geostationary satellite 40,000 km away, at a frequency of 6 GHz, what will be:

- Ketumpatan kuasa fluk pada satelit dalam dBWm^{-2} ?
The power flux density at the satellite in dBWm^{-2} ?

- Kehilangan laluan ruang dalam dB?

The space path loss in dB?

(20 markah/marks)

- (iii) Diberikan bahawa satelit dalam (ii) mempunyai satu G/T sebanyak -3 dBK^{-1} , apakah nilai nisbah ketumpatan pembawa kepada hingar, C/N_0 dalam dBHz.

Given that the satellite in ii) has a G/T of -3 dBK^{-1} , what will be the received Carrier-to-noise ratio C/N_0 , in dBHz?

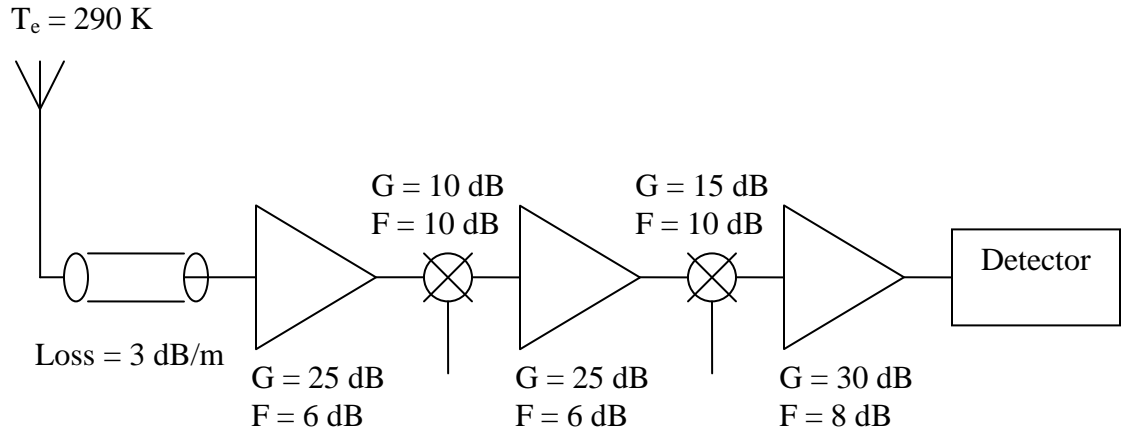
(10 markah/marks)

...7/-

3. (a) (i) Rajah 1 di bawah menunjukkan gambar blok bagi satu penerima VHF yang mempunyai lebar alur IF sebanyak 500 kHz. Panjang bagi satu kabel sepaksi adalah boleh berubah dan ianya bergantung kepada nisbah isyarat kepada hangar (S/N) yang diperlukan pada masukan pengesan. Dapatkan, ke meter terdekat, panjang kabel yang dibenarkan bagi minima S/N yang diperlukan pada masukan pengesan adalah sebanyak 60 dB. Andaikan

Figure 1 below shows the block diagram of a VHF receiver which has an IF bandwidth of 500 kHz. The length of a coaxial cable is variable and is dependent on the signal to noise ratio (S/N) required at the input to the detector. Determine, to the nearest meter, the allowable length of cable given that the minimum S/N required at the input to the detector is 60 dB. Assume:

- keseluruhan penerima adalah dipadankan ke $50\ \Omega$
the whole receiver is matched to $50\ \Omega$
- suhu ambient adalah 290°K
the ambient temperature is 290°K
- isyarat penerima menghasikan rms 4 mV merentasi terminal aerial.
received signal generates 4 mV rms across the aerial terminals



Rajah 1
Figure 1

- (ii) bersambung dari (a)(i) diatas, adalah diputuskan bahawa panjang kabel sepaksi mesti menjadi 10 m. Sebagai hasilnya, satu kepala pangkal pra-penguat mestilah digunakan sebelum kabel sepaksi untuk melonjakkan isyarat. Dapatkan gandaan penguat tersebut dan nilai baru S/N sekiranya penguat tersebut mempunyai angka hangar sebanyak 3 dB.

Continued from (a)(i) above, it is decided that the length of coaxial cable must be 10 m. As a result, a mast-head preamplifier must be used before the coaxial cable to boost the signal. Determine the gain of the amplifier and the new S/N if the amplifier has a noise figure of 3 dB.

(40 markah/marks)

- (b) (i) Apabila mengambil kira persekitaran perambatan, terangkan mengapa:

When considering the propagation environment, explain why:

- Sistem-sistem satelit boleh gerak menggunakan pengutuban bulat

Mobile satellite systems employ circular polarization

- Sistem-sistem satelit aeronautika beroperasi dalam jalur Ka
Aeronautical satellite systems operate in the Ka-band

- Perhubungan antara satelit beroperasi dalam jalur 22 - 27 GHz dan 59 – 71 GHz

Inter-satellite links operate in the 22-27 GHz and 59 -71 GHz bands

(30 markah/marks)

- (ii) Kategorikan satelit-satelit dalam orbit bumi rendah, bersandarkan kepada:

Categorize satellites in low earth orbit and geostationary orbit, in terms of:

- Jumlah satelit yang diperlukan untuk meliputi bumi

The number of satellites needed to cover the earth

- Penangguhan perjalanan pergi balik, i.e. masa yang diperlukan untuk satu isyarat dari bumi ke satelit dan kembali semula

The round trip delay, i.e. the time it takes a signal to go from the Earth to the Satellite and back again

...10/-

- Tempoh orbit
The orbital period

(30 markah/marks)

4. (a) Huraikan mengenai “delay spread” dan “frequency-selective fading” dalam sistem mobile tanpa wayar. Terangkan kaitan antara keduanya.

Describe the delay spread and frequency-selective fading in mobile wireless systems? Explain the relationship between the two.

(30 markah/marks)

- (b) Satu sistem LAN tanpa wayar beroperasi pada kadar data 54 Mbps. Nyatakan sama ada signal ini akan menghadapi “frequency-selective fading” dalam kawasan-kawasan berikut:

A wireless LAN system operates at a data rate of 54 Mbps. Determine whether or not this signal will encounter a frequency-selective fading in the following areas:

- Kawasan pendalaman dengan kebiasaan “delay spread” $0.2\mu\text{s}$
Rural area with a typical delay spread of $0.2\mu\text{s}$
- Kawasan Bandar dengan kebiasaan “delay spread” dari 3 ke $8\mu\text{s}$
Urban area with a typical delay spread of 3 to $8\mu\text{s}$
- Dalam bangunan dengan kebiasaan “delay spread” dari 50 ke 300ns
Indoor area with a typical delay spread of 50 to 300ns

(40 markah/marks)

- (c) Dua pengesan tanpa wayar diletakkan bertentangan dalam jarak 10m antara keduanya di atas permukaan yang rata. Salah satu pengesan itu adalah statik manakala yang satu lagi ialah pengesan frekuensi bergerak digunakan untuk mengukur frekuensi isyarat yang dihantar oleh pengesan yang statik. Dalam pengukuran, pengesan bergerak itu bergerak dengan halaju 5 km/jam ke arah pengesan yang statik. Cadangkan kadar data yang sesuai untuk isyarat ujian dengan jarak gelombang 0.3m supaya frekuensi dapat dikesan dengan tepat oleh pengesan bergerak itu. Berikan justifikasi dan nilaikan cadangan anda.

Two wireless sensors are placed 10m apart directly opposite to one another on a flat surface. One of the sensors is static while the other is a mobile frequency sensor used to measure the frequency of the signal transmitted by the static sensor. In the measurement set up, the mobile sensor moves at a constant velocity of 5km/hour towards the static sensor. Suggest a suitable data rate for a test signal with a wavelength of 0.3m, so that the transmission frequency can be accurately captured by the mobile sensor. Justify and evaluate your suggestion.

(30 markah/marks)

5. (a) Terangkan maksud konsep guna semula saluran dan "Signal-to-Interference Ratio" (SIR) dalam konteks sistem mobil selular.

Explain the meaning of the channel reuse concept and the Signal-to-Interference Ratio (SIR) in the context of the cellular mobile wireless systems. How are the two related?

(30 markah/marks)

- (b) Sistem mobil selular IS-54/136 dengan 832 saluran dipasang dalam suatu kawasan berdasarkan konsep guna semula saluran.

The IS-54/136 cellular mobile wireless system with 832 channels is deployed in an area based on the channel reuse concept.

- Andaikan struktur sel adalah heksagon dengan strategi 3-guna semula, kerjakan jarak di antara sel-sel ko-saluran dalam terma jejari sel, R

Assuming the hexagonal cell structure with a 3-reuse strategy, work out the distance between the co-channel cells in terms of the radius of the hexagonal cells, R

- Kerjakan SIR di tengah sel dalam terma jejari sel, R dan faktor kehilangan perambatan, n apabila strategi 7-guna semula digunakan.

Work out the SIR at the centre of a cell in terms of the radius of the hexagonal cells, R and the propagation loss factor, n when a 7-reuse strategy is used.

(40 markah/marks)

- (c) Sistem mobil selular GSM 1800 dipasang di sebuah pulau menggunakan strategi 3-guna semula. Seorang pengguna telefon mobil bergerak dari lokasi “base station” menghala ke pinggiran sel. Dia mendapati kualiti perbualan telefonnya berkurangan dan seterusnya sambungan terputus.

A GSM 1800 cellular mobile wireless system has recently being deployed on an island using the 3-reuse strategy. A mobile phone user moves from the location of a base station towards the edge of the cell. He noticed that the quality of his phone conversation deteriorates as he moves away from the base station and eventually lose connection.

- Berikan penjelasan terhadap pengalaman pengguna tersebut
Provide explanation to the mobile user experience
- Cadangkan penyelesaian kepada masalah tersebut dan berikan penilaian terhadap cadangan anda itu.

Suggest possible solution(s) to the problem and evaluate your suggestion

(30 markah/marks)

6. (a) Terangkan faktor-faktor yang menentukan sama ada cubaan seorang pengguna telefon mobil untuk membuat panggilan berjaya atau tidak.

Explain the factors that determine whether or not a mobile user's attempt to place a call is successful.

(30 markah/marks)

- (b) Satu syarikat komunikasi mobil merancang untuk memasang satu sistem mobil selular di satu penempatan baru. Perancang menganggarkan akan terdapat 10 pengguna dalam setiap kilometer persegi dan panggilan akan dibuat dalam setiap 15 minit. Panggilan lazimnya berlangsung selama 200 saat. Jika sel lazimnya boleh dibebankan dengan 101 Erlang,

A mobile phone company plans to deploy a cellular mobile system in a new housing area. The planner estimates that there will be 10 mobile phone users per square kilometer and one call attempt will be placed every 15 minutes. A typical call would last for 200 seconds. If a typical cell can be loaded with 101 Erlang,

- Kira bilangan pengguna dalam satu sel.
Calculate the number of users per cell.
- Anggap bahawa pengguna-pengguna mobil tersebar secara rata disegenap penempatan itu, dapatkan jejari sel tersebut.

Assuming that mobile phone users are uniformly distributed over the housing area, determine the radius of the cell.

(40 markah/marks)

- (c) Melalui satu kempen promosi, syarikat telefon mobil itu berupaya mendapat beratus-ratus pelanggan baru di penempatan tersebut. Bagaimanapun, terdapat banyak aduan dari para pengguna. Kebanyakan aduan disebabkan panggilan tersekat dan kerap terputus semasa perbualan.

Through a promotional campaign, the mobile phone company managed to get hundreds of new customers in a housing area. However, there have been many complains from users. Most complains are due to call blocking and frequent disconnections during conversation.

- Terangkan penyebab kepada pengalaman pengguna-pengguna mobil tersebut.

Provide explanation to the mobile users' experience.

- Cadangkan penyelesaian kepada masalah tersebut dan nilaikan cadangan anda.

Suggest possible solution(s) to the problem and evaluate your suggestion.

(30 markah/marks)

Speed of light, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

Ambient Temperature, $T_0 = 290 \text{ K}$

Boltzman's Constant, $K = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$